

## NCC, PRECOCITE ET REGULATEURS DE CROISSANCE

MARTIN José

CIRAD-CA, Programme coton, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex 1

### Introduction

La NCC est un affichage fort de notre volonté d'aborder les problèmes qui se posent à la culture cotonnière de manière systémique et intégrée. C'est en quelque sorte l'élargissement du concept de Integrated Pest Management (IPM), largement reconnu et adopté, à celui de l'ensemble des contraintes biotiques et abiotiques rencontrées par la culture cotonnière. Ainsi, la NCC pourrait s'intituler ICCP : Integrated Cotton Crop Management.

L'élargissement du concept « d'integrated management » se décline selon deux axes. D'une part, l'élargissement du diagnostic des objectifs et des contraintes à l'échelle de l'exploitation et de la culture. D'autre part, la conception de nouveaux itinéraires techniques (ITK) à partir d'une fonction de production élargie (intégration de nouveaux facteurs de production et valorisation des interactions entre facteurs, et entre facteurs et conditions).

En particulier, le facteur variétal, jusqu'ici non considéré dans la conception des ITK, doit être réhabilité comme élément clé dans la définition des ITK. Les travaux de sélection ont considérablement amélioré les caractéristiques technologiques de nos variétés (rendement à l'égrenage et la qualité de la fibre) tout en préservant la production en coton-graine et la résistance aux jassides et à la bactériose. Mais le type variétal n'a pas fondamentalement changé en trois décennies de sélection car quasiment toutes nos variétés correspondent approximativement à la dénomination américaine « full season variety ». On peut donc considérer que jusqu'à présent notre offre variétale se limite agronomiquement à un seul grand type variétal.

Actuellement, de nombreuses situations cotonnières en Afrique, les contraintes de la culture cotonnière sont exacerbées en fin de saison, notamment les stress hydriques terminaux et les pullulations de ravageurs (chenilles carpophages et piqueurs suceurs). Une production plus précoce permet d'échapper à ces contraintes ou de les atténuer, tout en améliorant l'indice de récolte. Cependant, il existe certainement des situations cotonnières qui pourraient s'accommoder de cultures plus tardives.

### Echapper aux contraintes de fin de cycle par l'amélioration de la précocité

Plusieurs voies non exclusives les unes des autres sont à explorer et valoriser dans la recherche de l'amélioration de la précocité de la production. La suite de l'exposé aborde successivement les recours à l'amélioration génétique, aux techniques culturales et aux régulateurs de croissance.

### **La voie génétique**

L'amélioration de la précocité par voie génétique nous amène à considérer successivement la floraison, la maturité et la déhiscence, à l'échelle du fruit, de la plante et du peuplement. L'amélioration de la précocité de la floraison dépend du rang d'insertion de la première branche fructifère le long l'axe principal (R1BF), puis de la durée entre l'apparition de la première branche fructifère (BF) et l'anthèse. Le R1BF est lié à l'induction florale, qui pour nos variétés modernes, intervient très tôt (au stade cotylédonnaire) ; il varie dans une gamme relativement étroite mais non nulle ( $R1BF = 5 \pm 1$ ). Abaisser davantage le R1BF par voie génétique ne semble guère possible.

La durée entre l'apparition de la première BF et l'anthèse est certainement liée à la taille de l'ovaire, puis à celle de la capsule. A l'échelle d'une capsule, les durées anthèse-maturité physiologique et maturité-déhiscence varient certainement de la même façon. A l'échelle de la plante ou du peuplement, on est amené à parler de phases –floraison, maturité, déhiscence – caractérisées par un début et une fin qui définissent une durée, et par une vitesse de progression le long des axes végétatifs (axe principal et branches végétatives). Or les durées de ces phases sont très dépendantes de l'évolution de l'équilibre entre développement végétatif et reproducteur au sein des plantes, c'est à dire de la dynamique de croissance des capteurs foliaires et racinaires d'une part et des puits reproducteurs d'autre part ; en particulier, ces derniers deviennent des puits prioritaires environ 14 jours après l'anthèse mais sont affectés par ailleurs à des degrés variables par l'abscission (boutons floraux et capsule). Selon la conformation phéno-morphologique des variétés – taille respective des capteurs et des puits reproducteurs et timing de mis en place - et pour des conditions environnementales et culturales standard, les variétés peuvent être classées en tardives ou hâtives. La conception de nouveaux ITK avec des variétés hâtives est un axe de travail important pour la NCC.

Cependant, pour un même type variétal, une importante variabilité peut être observée pour ce qui est de la précocité de la production et de l'ouverture des capsules, notamment en fonction des conditions de croissance (puissance et longévité des capteurs) et du shedding (parasitaire ou physiologique). Les conditions de fin de campagne ont également une influence déterminante sur la précocité de l'ouverture des capsules. En effet, même arrivées à maturité physiologique, les capsules auront tendance à différer leur ouverture si « l'ambiance générale » de la plante est davantage influencée par un redémarrage du développement végétatif (repousses de deuxième cycle ou regrowth). L'ambiance de la plante recouvre les conditions extérieures (température et humidité relative au voisinage des capsules) et intérieures (balance hormonale entre les hormones de croissance et les hormones de stress, notamment l'éthylène).

### **La conduite de la culture**

De par sa nature de plante ligneuse pérenne à développement indéterminé, le cotonnier est une plante très plastique qui peut aussi bien s'orienter vers la tardivité, avec un développement végétatif prolongé, que la précocité, avec une production concentrée au maximum dans un premier cycle court. Cette plasticité du cotonnier offre au producteur une large prise potentielle pour peser sur l'orientation générale du développement (vers le végétatif-tardif ou le reproducteur-précoce), voire pour le piloter et le réguler, au moyen d'une gestion précise de facteurs de production tels que l'irrigation et la fertilisation azotée, la protection ou les régulateurs de croissance.

Cependant, l'amélioration de la précocité peut se faire au détriment de la productivité si le développement global de la plante est arrêté trop tôt (nombres de BF et de capsules limités par des capteurs devenus rapidement limitants). C'est ce qui explique que les variétés hâtives ont un potentiel de production inférieur aux tardives. A noter qu'une perte de productivité peut être consentie si elle permet de réduire des coûts de production (économie d'un traitement insecticide par exemple) ou d'améliorer la qualité - et la valeur - de la récolte (moindre exposition à des dégâts biotiques ou abiotiques, part accrue des premières capsules dans la récolte).

L'amélioration de la précocité sans perte sensible de productivité présente deux exigences : l'obtention d'une croissance végétative suffisamment vigoureuse (capteurs importants), et la rétention d'un maximum de capsules (puits reproducteurs importants). Ainsi la tendance des capteurs à prolonger le développement végétatif sera contrecarrée par le frein des capsules qui le ralentit et l'arrête. En schématisant, la productivité potentielle dépend de la force des capteurs foliaires et racinaires, et la précocité dépend de la force des puits reproducteurs (taux de rétention des premières capsules).

L'obtention d'une croissance vigoureuse avant la floraison est très dépendante des conditions environnementales et des ITK mis en œuvre : gestion des précédents culturels, travail du sol ou couverture végétale, variété, dates et densités de semis, qualité et traitements des semences, désherbage, démariage, fertilisation. En particulier, l'enchaînement des interventions de l'agriculteur à l'échelle de l'exploitation en début de campagne revêt une importance capitale, car il peut conduire à des spirales négatives (aggravation des contraintes) ou au contraire positives. Les semis tardifs sont certainement le meilleur exemple de spirale négative, en raison d'une pression des adventices et des ravageurs plus élevée, et de conditions de croissance moins favorables (flush de minéralisation non directement exploité, moindre ensoleillement, moindre investissement dans le système racinaire). En revanche, les semis précoces autorisent un cheminement à travers une succession d'états du milieu et de la culture bien plus favorables.

Techniquement, les marges de progrès sont importantes, et il existe des solutions adaptées, efficaces et peu coûteuses, potentiellement à la portée des agriculteurs. Leur mise en œuvre nécessite cependant une bonne adéquation avec les contraintes et les objectifs des agriculteurs et une évolution favorable du tissu socio-économique en milieu rural, avec notamment la participation de services d'appui à l'agriculture. Par exemple, en zone soudanienne, le recours au semis direct permet d'économiser le labour et d'avancer le semis, mais il nécessite le recours aux herbicides. Autre exemple à l'échelle de l'exploitation : le recours aux herbicides de prélevée ou de post-levée précoce sur les cultures vivrières mises en place avant le coton à des fins essentiellement d'auto-consommation (arachide, sorghos et mils, maïs) permettrait également d'avancer la date de semis du cotonnier.

Maximiser le taux de rétention des premières capsules formées revient à minimiser le taux d'abscission dès le stade bouton floral. L'abscission peut être d'origine parasitaire (dégâts de chenilles notamment) ou physiologique (stress carboné résultant de l'ombrage excessif des feuilles attenantes ou d'un désavantage compétitif vis à vis d'une forte demande de la part des puits végétatifs). Une protection efficace est nécessaire, mais pas toujours suffisante, pour permettre au développement du cotonnier de s'orienter vers un cycle court avec une production précoce. Lorsque la dynamique de croissance est favorable au développement végétatif au détriment des puits reproducteurs, c'est à dire lorsqu'elle provoque la chute des

jeunes capsules pendant les deux à trois semaines qui suivent le début floraison, il est utile de recourir à des régulateurs de croissance type mépiquat-chlorure (MC) qui permettent d'éviter ou d'enrayer ce phénomène.

### ***Le mépiquat-chlorure***

Le MC est un régulateur de croissance qui inhibe la biosynthèse des gibbérélines et réduit l'allongement des entrenœuds. Ce faisant, il réduit la taille et la force des puits végétatifs et les assimilats économisés pour la croissance des puits végétatifs bénéficient à la croissance des puits reproducteurs. Le MC est utilisé pour maîtriser la végétation lorsqu'elle tend à devenir exubérante et à obtenir une production groupée et précoce. Depuis quelques années, son domaine d'application s'étend à d'autres situations : semis tardifs ou cultures à haute densité.

Le MC est un produit de la recherche BASF (tableau 1) expérimenté en culture cotonnière depuis le début des années 70. Largement connu et utilisé aux USA sous la marque Pix depuis bientôt une vingtaine d'années, le MC fait partie des quatre intrants gérés par le modèle de simulation et de pilotage de la culture Gossym-Comax, les trois autres intrants étant l'eau, l'azote et l'éthéphon (ouvreur de capsules et défoliant). En Afrique, son étude a démarré très tôt, puis a décliné dans les années 80 en raison de la généralisation des traitements insecticides en Ultra Bas Volume UBV (incompatibles avec les formulations non huileuses) et de la cherté de la spécialité Pix.

L'apport de MC, consistant initialement en une application unique au stade début floraison, est de plus en plus souvent fractionné selon un programme de 3 à 4 applications centrées sur le début floraison (programmes LRM « low multiple rates »). Les doses peuvent être prédéfinies, mais de plus en plus elles sont déterminées d'après un suivi précis des états de la culture, associé à une connaissance de passé de la parcelle. Les doses globales sont de l'ordre de  $50 \pm 25$  g/ha. Les programmes d'applications multiples avec doses déterminées par monitoring permettent d'optimiser l'action du MC, et d'amoindrir les risques d'effet dépressif sur la productivité.

Le MC a fait et continue de faire l'objet de très nombreux travaux, notamment aux USA. Ces études, promues par la firme BASF, réalisées en partenariat avec les universités de la « cotton belt » et l'interprofession américaine, sont un bel exemple de recherche finalisée et explicative à la fois, ayant conduit à un accroissement très significatif de la connaissance du fonctionnement du peuplement de cotonniers et à la mise au point d'outils simples et performants de suivi des états de la culture. Ces derniers sont basés sur l'analyse du développement phénologique (l'âge du cotonnier) et morphologique (tailles, rétention) de la culture. Les techniques de suivi phéno-morphologique mises au point pour le pilotage des apports de MC sont d'ailleurs applicables et appliquées au suivi et au pilotage de la culture dans son ensemble.

Les doses de MC sont définies à l'aide de grilles d'aide à la décision qui incluent des valeurs de référence pour les critères phéno-morphologiques mesurés, ainsi que des paramètres sur l'histoire de la parcelle, la variété, la date de semis, l'état hydrique du sol, et les doses précédentes critères (tableau 2). La construction des grilles d'aide à la décision pour l'utilisation du MC a nécessité l'acquisition d'un référentiel important à partir de réseaux de parcelles expérimentales, adaptés aux différents types de situations cotonnières du pays. Ce processus se poursuit encore actuellement pour perfectionner et affiner les grilles, et actualiser

les modules MC des modèles de simulation tels que Gossym-Comax qui gèrent le MC depuis plusieurs années.

### ***Le MC intégré à la NCC***

Le MC est désormais dans le domaine public et son prix a sensiblement diminué.<sup>1</sup> Il est fabriqué par huit firmes agrochimiques et distribué par de nombreux formulateurs sous différentes marques commerciales (tableau 1). Au niveau mondial, son emploi est généralisé à toutes les situations où le coton est récolté à la machine. En Chine, premier pays producteur au monde, il est utilisé sur 60 % des surfaces, y compris en récolte manuelle. En Afrique, la vulgarisation dans les années 90 de la technique Très Bas Volume (TBV) avec des formulations miscibles dans l'eau, ou le retour au Bas Volume en Côte d'Ivoire, ont supprimé l'incompatibilité technique à l'application du MC, et son utilisation est désormais envisageable.

Les cotonniers traités au MC sont toujours plus petits, moins encombrants et plus précoces que les cotonniers non traités (tableau 3). Les cotonniers traités au MC peuvent s'avérer moins productifs que les cotonniers non traités dans les situations suivantes : lorsque une dynamique de croissance insuffisante ne justifiait pas le recours à un régulateur (culture arrêtée trop tôt), lorsqu'un shedding préfloral important a dégarni les premières positions fructifères, ou alors lorsque les conditions de croissance permettent au témoin sans MC de surcompenser par une production tardive l'accroissement de la production précoce (tableaux 4 et 5).

En Afrique, le MC est susceptible de jouer un rôle important dans au moins trois types de situations, en plus du domaine d'utilisation initial qui reste valable (végétation exubérante). Les deux premières situations ont en commun la brièveté de la saison de culture, qu'elle soit due à la géographie (marges sahéliennes de la ceinture cotonnière ouest-africaine) ou au calendrier (semis tardifs en zone soudanienne). Le MC, en évitant à la plante d'investir dans des phytomères qui resteront stériles, favorise les premières capsules dont le taux de rétention et le poids moyen sont augmentés. Le MC augmente alors la quantité, la qualité et la précocité de la récolte.

La troisième situation correspond aux cultures à haute densité, encore inexistantes en Afrique. Le MC permet de valoriser les potentialités offertes par ce nouveau type de culture. En effet, des gains de précocité considérables sont potentiellement accessibles par le report de la production d'un petit nombre de plants portant un grand nombre de BF vers un très grand nombre de plants portant un très petit nombre de BF. Cependant, les hautes densités s'accompagnent d'une forte tendance des plantes à s'étioler. L'étiollement correspond à une augmentation des teneurs en gibbérélines qui accroît le potentiel d'allongement des entrenœuds sans augmentation corrélative de leur diamètre, ce qui induit des risques de verse.

Des entrenœuds potentiellement plus longs représentent une augmentation de la force des puits végétatifs. La compétition entre puits végétatifs et reproducteurs tourne à l'avantage des premiers, et ce déséquilibre peut être aggravé par la suite par un ombrage excessif des étages inférieurs venant accroître le taux d'abscission physiologique des premières capsules. Les hautes densités s'accompagnent donc d'importants risques de dérapage vers une culture très

---

<sup>1</sup> En revanche, le recours à des régulateurs de croissance de type stimulateur n'est guère envisageable pour la NCC en Afrique, car il s'agit de produits récents encore coûteux.



végétative, de type « coton fourrager ». Ce risque est particulièrement marqué pour les variétés de type tardif et en conditions édapho-climatiques favorables.

Le MC, en contrecarrant l'augmentation des teneurs en gibbérélines induites par les hautes densités, permet de maîtriser l'équilibre développement végétatif / reproducteur. Il lève ainsi l'obstacle majeur à la conception d'ITK à haute densité (pour les sols fertiles) ou très haute densité (pour les sols moins fertiles).

L'accroissement de précocité à productivité égale tend cependant à réduire le caractère indéterminé de la culture cotonnière et à augmenter sa sensibilité à d'éventuels stress sévères pendant le cycle. Ainsi, avec le raccourcissement de la durée de la phase de floraison utile, la période de la floraison tend à devenir un stade critique, à l'instar des cultures à développement déterminé telle que le maïs. En outre, le sol aura à fournir la même quantité d'éléments minéraux en moins de temps, mais la densité supérieure de colonisation du sol par les racines devrait le permettre.

En définitive, le MC pourrait être utilisé en Afrique, dans les situations où il est important d'obtenir une production précoce. Il faudra pour cela proposer aux producteurs une grille de décision sous une forme adaptée, car il est clair que l'utilisation du MC ne peut être que ciblée et étagée, c'est à dire raisonnée. La mise au point et la validation de telles grilles suppose un recours à l'expérimentation. Les problèmes de formation, de logistique, de commercialisation et de crédit seront alors à considérer attentivement, comme nous le rappelle l'expérience de la vulgarisation du MC en Côte d'Ivoire (tableau 6).

### **S'adapter au milieu et aux contraintes par des cultures tardives**

Dans d'autres situations cotonnières africaines (milieu physique × systèmes de production) moins limitantes quant à la pluviosité, on pourrait être amené à concevoir des ITK reposant une production tardive. Prenons l'exemple des systèmes de culture manuels extensifs assistés par herbicides pratiqués par des migrants sur certains fronts pionniers dans les marges bien arrosées de la ceinture cotonnière ouest-africaine.

L'ITK proposé démarre avec un semis relativement tardif sur mulch d'adventices, avec des semences traitées (protection des plantules et croissance vigoureuse), à des densités lâches, conduisant à des cotonniers ramifiés à port buissonnant. On émet, à titre d'exercice virtuel, l'hypothèse suivante : l'absence d'organes fructifères tôt en saison réduit sensiblement les populations des premières générations des chenilles inféodées au cotonnier ou fortement dépendantes du cotonnier, ce qui abaisse par la suite le niveau des pullulations tardives. Un régulateur de croissance pourrait alors être utilisé, non pour augmenter la rétention des jeunes capsules début floraison, mais au contraire pour en provoquer la chute pendant deux à trois semaines (régulateur de type éthéphon). Les cotonniers, ayant dans un premier temps investi dans le développement végétatif, basculeraient dans le développement reproducteur à l'entrée de la saison sèche. Ces cotonniers mèneraient à terme une production modeste mais groupée en saison sèche, que deux traitements insecticides bien placés pourraient certainement suffire à protéger. Outre des risques de pourriture de capsules quasiment anéantis, les risques de collage de la fibre seraient réduits, d'une part en raison de l'absence de bouquet terminal (repousses de second cycle) et d'autre part en raison d'une moindre durée d'exposition du coton-graine aux déjections des piqueurs-suceurs. L'ouverture des capsules interviendrait en effet à un moment où les agriculteurs, libérés des travaux de récolte des autres cultures (arachide, maïs, sorghos précoces, niébé, ...), pourraient se consacrer à récolter leur coton

sans délai. On se rapprocherait ainsi du modèle de culture des cotonniers traditionnels africains, ceux cultivés à petite échelle avant l'introduction de *G. hirsutum*, de façon comparable aux cultures de céréales photopériodiques.

## Conclusion

Face à l'accentuation des contraintes qui pèsent sur le fonctionnement des petites exploitations agricoles et des cultures de coton en Afrique, la Recherche cotonnière est mise au défi d'améliorer la rentabilité et la durabilité de la culture cotonnière et des systèmes de production. L'amélioration de la rentabilité et de la durabilité de la culture cotonnière passe par la conception de « nouveaux ITK à base large », intégrant de nouveaux facteurs de production (nouveaux types variétaux, hautes densités, régulateurs de croissance) et permettant de valoriser des interactions entre facteurs, et entre facteurs et conditions.

Dans la phase de conception de nouveaux ITK et d'élaboration de protocoles expérimentaux, le recours aux modèles de simulation de type mécaniste tels que *Cotons* (issu de Gossym-Comax) représente incontestablement un atout considérable. Cet outil est particulièrement apte à intégrer, directement ou indirectement, les contributions des différentes disciplines. De même, pour l'acquisition de compétences dans le domaine du pilotage de la culture (gestion de l'équilibre développement végétatif / reproducteur par exemple), le recours aux modèles de simulation s'avère très formateur.

Cependant, dans l'état d'avancement actuel de la plupart des modèles, il semble bien qu'on ne puisse faire l'économie d'une phase expérimentale pour évaluer les nouveaux ITK. En effet, si les effets de certaines conditions environnementales sont précisément simulés (température et le rayonnement), d'autres le sont moins avec une moindre précision (eau et azote) ou ne le sont pas encore (P, K, parasitisme). De plus, certains référentiels restent à établir ou à améliorer, notamment en raison des interactions entre nouveaux types variétaux et nouveaux systèmes de culture (élargissement de notre palette de combinaisons).

Ainsi aux USA, pays où le développement des modèles de simulation est considérable, la construction des grilles d'aide à la décision pour l'utilisation du MC a nécessité l'acquisition d'un référentiel important à partir de réseaux de parcelles expérimentales, adaptés aux différents types de situations cotonnières du pays. Ce processus se poursuit encore actuellement pour perfectionner et affiner les grilles, alors que des modèles comme Gossym-Comax gèrent le MC depuis plusieurs années.

**Tableau 1 . Le mépiquat-chlorure (MC)**

<b>Identification et origine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>C_7H_{16}N^+, Cl^-</math> : chlorure de diméthyl-1,1-pipéridine</li> <li>▪ inhibiteur de la biosynthèse des gibbérellines</li> <li>▪ obtention et développement : BASF, années 70</li> </ul>
<b>Fabrication et distribution</b> (Ref : Farm chemicals, 1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 8 producteurs de base + N formulateurs</li> <li>▪ marques de producteurs : Pix, Mepichlor, Chamatkar</li> <li>▪ marques de formulateurs : Agro-Fix, Topit, Mepex, Megahix, Roquat</li> </ul>
<b>Autres utilisations hors coton</b> (Ref : Farm chemicals, 1998 et Index phytosanitaire, ACTA, 1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Raccourcisseur + épaissiseur tiges / céréales à paille, lin, tournesol :                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- MC + étéphon</li> <li>- MC + chlorméquat chlorure</li> <li>- MC + chlorméquat chlorure + étéphon</li> </ul> </li> <li>▪ Inhibiteur montaison / ail, oignon, poireau</li> <li>▪ Améliore la nouaison sur vigne</li> </ul>



**Tableau 2. Exemple de grille multi-critères d'aide à la décision pour les traitements au MP en culture cotonnière en Caroline du Nord (USA).**

Tableau extrait de K. L. Edmisten, 1995 : The use of plant monitoring techniques as an aid in determining mepiquat chloride rates in rain fed cotton. In : G.A. Constable and N.W. Forrester. Proceedings of the World Cotton Conference-1 : Challenging the future. Brisbane, Australia, February 14-17. Pages 25-28.

	-1	0	1	2
<b>First square</b>				
moisture		Fair	Excellent	
prior history	Short	Average	Above average	Rank
planting date		Early / on-time	Late	
Variety		Short/Medium	Tall	
If score < 2, don't apply mepiquat chloride				
Do not exceed a total of 292 ml/ha				
Do not apply if soil moisture is poor				
<b>10-14 days later</b>				
moisture		Fair	Excellent	
Histoire	Short	Average	Above average	Rank
Rétention		> 75 %	50 - 75 %	
Prior MC		> 219 ml	0 - 219 ml	
HNR	< 3,5	3,5 - 4,3	> 4,3	
If score < 3, don't apply mepiquat chloride				
Do not apply if soil moisture is poor				
<b>Early bloom</b>				
Moisture	Fair	Good	Excellent	
Plant height	< 51 cm	51 - 61 cm	> 61 cm	
Retention		> 75 %	50 - 75 %	< 50 %
Prior MC	> 584 ml	365 - 584 ml	219 - 365 ml	None
Date of 1st bloom		Before July 10	July 10 - 20	After July 20
If score < 3, don't apply mepiquat chloride				
Do not apply if soil moisture is poor				
Do not apply if NAWF < 6,5				
<b>10-14 days later</b>				
moisture	Fair	Good	Excellent	
NAWF		Decreasing	Same	Increasing
Rétention		> 75 %	50 - 75 %	30 - 50 %
Prior MC	> 584 ml	365 - 584 ml	219 - 365 ml	None
Internode lenght	< 3,8 cm	3,8 - 5	5 - 7,6 cm	> 7,6 cm
If score < 3, don't apply mepiquat chloride				
Do not apply if soil moisture is poor				
Do not apply if NAWF < 5				

MC : mepiquat-chlorure ; HNR : Height (cm) to Node Ratio ; NAWF : nodes above the white flower.

**Tableau 3. Les travaux sur le mepiquat-chlorure (MC) en culture cotonnière au Cirad, époque IRCT.**

<b>Cadre général</b>	
Chronologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Démarrage précoce années dès 1970 (MC sous nom de code)</li> <li>- Activité moyenne dans les années 70, déclinante dans les années 80 (possibilités de vulgarisation stoppées par le développement de la technique UBV pour les traitements insecticides avec des formulations non miscibles dans l'eau)</li> </ul>
Matériel et méthodes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Essais de plein champ / réseau de stations IRCT Afrique + Nicaragua</li> <li>- Application unique début floraison (50 à 75 g/ha)</li> <li>- Caractérisation des états du peuplement : souvent sommaire</li> </ul>
<b>Résultats</b>	
Effets constants d'une application unique début floraison à environ 50 g/ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les feuilles : surface ↓ , épaisseur + couleur ↑</li> <li>- La hauteur et l'encombrement des cotonniers ↓</li> <li>- Elongation des entrenoeuds ↓</li> <li>- La précocité R1 /RT ↑</li> <li>taux de rétention des premières capsules ↑</li> <li>poids 1 capsule ↑</li> <li>vitesse d'ouverture ↑</li> </ul>
Effets erratiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sur le rendement en coton-graine</li> </ul>
Autres résultats	<ul style="list-style-type: none"> <li>- faisabilité et efficacité des traitements insecticides ↑</li> <li>- auto-ombrage des étages inférieurs ↓</li> <li>- taux de pourriture de capsules % fibre, poids l graine, germination =</li> <li>- longueur fibre : tendance à ↑</li> <li>- autres caractéristiques =</li> </ul>
<b>Deux exemples typiques</b>	
Zones périforestières	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sols ± fertiles, humidité élevée, ensoleillement moyen à faible</li> <li>- cotonniers grands, pas forcément exubérants</li> <li>- rendements moyens à faibles, réponse au MC erratique</li> </ul>
Polders Lac Tchad (Mégie, 1980)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sol très fertile, température et ensoleillement élevés</li> <li>- cotonniers à faible densité, très vigoureux (exubérance vraie)</li> <li>- témoins à 3500 kg/ha, réponse au MC élevée : + 500 kg/ha</li> </ul>
<b>Conclusions</b>	
(Follin 79, Cognée 83)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ cohérente avec littérature de l'époque</li> <li>▪ les augmentations de rendements sont obtenues : <ul style="list-style-type: none"> <li>- lorsque la croissance végétative est excessive</li> <li>- condition nécessaire mais non suffisante)</li> </ul> </li> <li>▪ les effets sont plus marqués lorsque végétation + dense : <ul style="list-style-type: none"> <li>- fortes densités</li> <li>- variétés à feuilles entières ≠okra</li> </ul> </li> </ul>
Références	<p>Follin J.C., 1979. Action des réducteurs de croissance sur les cotonniers en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale. 10<sup>ème</sup> Conférence du COLUMA, 13 décembre 1979.</p> <p>Cognée M., 1983. Coton. Les substances de croissance en agriculture. Tome 1 croissance et développement des principales cultures. Compte-rendu du colloque COLUMA, Paris 2-3 fév. 1983, pages 165-173</p> <p>Mégie C., 1980. Essai du régulateur de croissance BAS 083 01 W sur les cotonniers cultivés (<i>G. hirsutum</i>) dans les polders de Bol (lac Tchad). Coton. Fib. Trop. 35 : 343-345</p>

**Tableau 4. Les travaux sur le mepiquat-chlorure (MC) en culture cotonnière au Cameroun**

- Conjoncture : offensive technico-commerciale de la firme BASF en 1990 car début vulgarisation de la technique d'application TBV pour les insecticides
- Réaction immédiate de la Recherche (IRA-Cirad) et du Développement (Sodecoton) : tests en milieu paysan, zone sud, bien arrosée, sur la base des acquis IRCT (Follin 79, Cognée 83)
- Réseau : 4 villages, 10 tests/village, semis précoces, champs homogènes et bien conduits
- 3 traitements comparés
  - Témoin zéro
  - MC à 50 g/ha en 1 application début floraison
  - MC à 50 g/ha en 3 espacées de 14 j à partir de début floraison
- Un village sinistré (traitements mal exécutés) ; pas de différence marquante entre 1 et 3 applications
- Suite exposé : témoin / application unique

**Caractérisation et résultats**

	1 <sup>er</sup> village (7 tests)	2 <sup>e</sup> village (9 tests)	3 <sup>e</sup> village (7 tests)
<b><u>Etat initial</u></b>			
Niveau floraison	1,5	1,4	1,1
Hauteur (cm)	80	85	85
Ratio H / NF	53	60	77
<b><u>Etat final témoins</u></b>			
Hauteur (cm)	130	150	170
Coton Graine (qx/ha)	26,5	24,5	29
Ratio CG / H	20 %	16 %	17 %
<b><u>Réponse au MC</u></b>			
Hauteur (cm)	105	135	135
$\Delta H / H$ témoin	- 19 %	- 10 %	- 21 %
$\Delta CG$ (qx/ha)	- 0,5	+ 2,5 %	0
Ratio CG / H	24 %	21 %	21 %
<b><u>Interprétation</u></b>			
Effet / rendement CG	Négatif	Positif	Positif annulé
Cause	Source vite limitée	Puits reproducteur renforcé	Compensation tardive du témoin

Les effets sur la végétation et la précocité sont conformes aux acquis antérieurs.

Les résultats sur les rendements sont encore erratiques, mais moins mal expliqués, grâce au relevé du NF (critère de développement) qu'on peut mettre en relation avec la hauteur des plantes (critère de croissance) :

- Effet dépressif du MC sur les cotonniers qui étaient relativement « petits pour leur âge » et qui ont conservé par la suite une bonne charge en capsules. Les témoins se trouvaient déjà dans une situation équivalente à un stress hydro-nutritionnel modéré, favorable à la fructification (Hearn & Constable, 1984) ; la réduction de surface foliaire consécutive au MC a été trop forte en regard de la forte charge en capsules.
- Effet nul sur les cotonniers les plus « grands pour leur âge ». Les plantes témoin, avec leur importante surface foliaire associée à un faible taux de rétention de capsules de base, ont investi longtemps dans « l'architecture » (fabrication d'un nombre accru de sites fructifères) ; des conditions pédo-climatiques favorables leur ont permis de réaliser ce potentiel au prix d'une tardivité largement accrue. Avec le MC, le groupage de la production sur les capsules de base a arrêté le développement de la plante beaucoup plus tôt, l'empêchant d'investir dans de nouveaux sites fructifères.
- Effet positif sur les cotonniers « moyennement grands » pour leur âge. L'amélioration de la production précoce due au MC n'a pu être compensée par les témoins qui n'ont pas eu la capacité de mener à terme leur production de tête plus tardive.

**Autres effets marquants (non quantifiés) :**

- La précocité de la production est associée à :
  - un arrêt hâté du cut-out
  - un nombre de nœuds réduit

- Réduction en hauteur : L1EN ↓ et nbEN ↓
- cut-out hâté  $\Rightarrow$  regrowth hâté (repousses, 2<sup>ème</sup> cycle)
- avantage / collage de la fibre ssi récoltes précoces et fractionnées

Conséquences et enseignements:

- avantage précocité = avantage rendement ssi :
  - croissance vigoureuse et
  - témoin non capable de mener à terme sa production tardive
- confirmé / semis tardifs :
  - essais (même région) 91
  - tests en milieu paysan 92 (sols riches)
- en accord avec Crétenet et Langlais, rapport RCI 90 (non publié)
- critères de décision à améliorer : grille à établir
- croissance à réguler ssi croissance totale forte et croissance végétative / reproductive forte

Abandon Expérimentation Cameroun en 92 car prix prohibitifs :

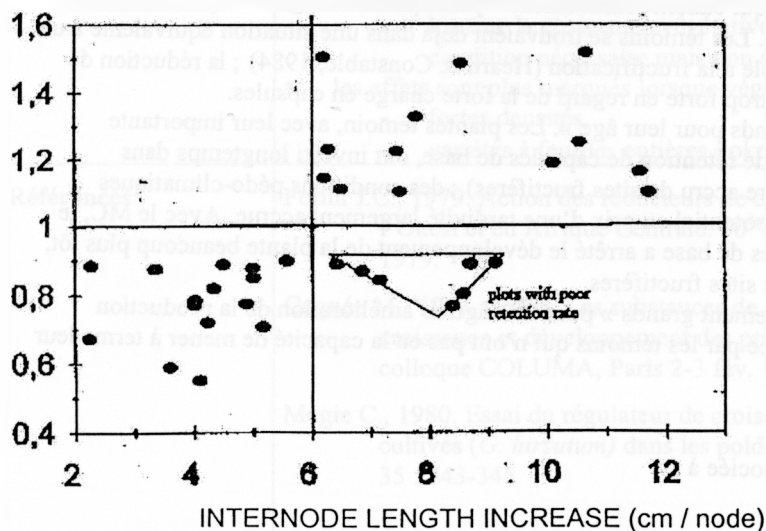
Prix 1 litre de Pix = prix 1 sac d'urée

Tableau 5. Les travaux sur le mepiquat-chlorure en culture cotonnière en Thaïlande

(d'après Crozat et Kasemsap, 1996)

- Objectif : prédiction de la réponse au MC en termes de rendement coton-graine
- 20 + 38 tests en milieu paysan, respectivement en 1994 et 95
- rendements moyens à élevés (10 à 35 qx de coton-graine /ha)
- 60 g/ha, application unique début floraison
- prédiction réponse insuffisante avec :
  - hauteur des plantes
  - HNR (height to node ratio)
  - NAWF (nodes above the white flower)
- bonne prédiction réponse avec  $\Delta H / \Delta N$ , à condition que le pourcentage de rétention sur les premières branches fructifères soit suffisant

YIELD RATIO (mepiquat-chloride / control)



**Tableau 6. La vulgarisation du mépiquat-chlorure en Afrique**

(source J. Lançon, déc. 93, communication personnelle)

Pays et régions	<ul style="list-style-type: none"> <li>- République de Côte d'Ivoire uniquement</li> <li>- Zones humides pré-forestières (&lt; 40.000 ha)</li> </ul>
Modalités d'application	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Application unique à 50 g/ha</li> <li>- Début floraison (environ 60 jas)</li> <li>- Critère : hauteur <math>\geq 90 \pm 10</math> cm</li> </ul>
Les étapes de la vulgarisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vulgarisation en BV (bas volume) au début des années 80,</li> <li>- puis abandon avec la vulgarisation de l'UBV (ultra bas volume),</li> <li>- puis tentative de reprise avec le retour du BV au début des années 90</li> </ul>
Logistique CIDT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- années 80 : <math>\pm</math> subventionné et fourni à crédit</li> <li>- en 92 : promotion gratuite pour favoriser la relance</li> <li>- paysans satisfaits et demandeurs (dans ces conditions)</li> </ul>
Effondrement à partir de 1993	<ul style="list-style-type: none"> <li>- libéralisation de la fournitures des intrants,</li> <li>- commercialisation des intrants assurée par des privés (Shell, RPA),</li> <li>- absence de crédit/paysan et de garantie/prêteur,</li> <li>- prix du litre de spécialité commerciale trop élevée : 116 FF/ha</li> </ul>

CIDT : compagnie ivoirienne pour le développement des textiles